Aus der Medizinischen Universitätspoliklinik zu Bonn.
Direktor: Prof. Dr. Tiemann.

Respiratorische Änderungen der Systolendauer bei Hypertonikern.

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Doktorgrades

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn.

Vorgelegt am 17. September 1939

von

Emil Niewöhner
aus Buer (Westf.)

Bonn 1939
Anton Brand, Bonn

Gedruckt
mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Bonn.

Referent: Prof. Dr. Schlomka
Korreferent: Prof. Dr. Tiemann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinem Vater!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546405_0051

A. Einleitung

Die respiratorische Arrhythmie stellt nach früheren Untersuchungen aus der Medizlnischen Poliklinik Bonn ihrem Sinn nach einen reflektorisch gesteuerten Vorgang dar. Dieser gleicht die Tätigkeit des Herzens dem zeitlich anderen Arbeitsgang der ihm vorgeschalteten Hilfspumpe, die durch den Atemapparat gebildet wird, an. Als Saug- und Druckpumpe läßt die Einatmung doppelwirkend dem herznahen venösen Einstromgebiet im Gegensatz zur Ausatmung mehr Blut zufließen. Durch eine inspiratorisch erhöhte Schlagfrequenz des Herzens wird die Bewältigung des einatmungsbedingten größeren Blutangebotes an das Herz im Sinne eines „Förderungs"-Mechanismus nach W. R. Hess begünstigt. Alsdann wirkt die Atmungsarrhythmie schonend auf das Herz selbst. Hierdurch werden, wenn auch der zu bewältigende Blutstrom dauernd wechselt, die Arbeitsbedingungen des Herzens betreffs des Schlagvolumens und der Anfangsspannung ziemlich gleichmäßig gehalten. Zu dieser Ansicht kommt man auch bei der Betrachtung, wie sich die atmungsbedingte Unregelmäßigkeit der Herzfrequenz auf die Druckverhältnisse in der arteriellen Abstrombahn auswirkt. Die respiratorische Arrhythmie bewirkt ganz allgemein eine erhebliche kardiale Milderung der Atemschwankung des arteriellen Drucks. Sie wirkt deshalb auch jenseits des Herzens als ein entlastender und schützender Vorgang.

Durch genaueres Untersuchen der zeitlichen Verhältnisse im Ablauf der einzelnen Pulsperioden, abhängig von den respiratorischen Schwankungen der Frequenz, wurde es ermöglicht, weiter in die physiologische Wertigkeit und Wirkweise der respiratorischen Arrhythmie hinsichtlich ihrer Aufgabe mehr als Förderungs- oder als Schutzmechanismus einzusehen. Würde sie rein oder vorwiegend als „Förderungs"-Mechanismus wirken, dann müßte sich zweckmäßigerweise inspiratorisch die

Systole evtl. über das mit der Frequenzzunahme gegebene Maß verkürzen; wirkt die respiratorische Arrhythmie dagegen mehr entlastend, so verfügte sie über eine größere Wirksamkeit, wenn die relative Systolendauer nach Möglichkeit nicht abnimmt, sondern mindestens relativ zur Schlagfrequenz zunimmt.

Tatsächlich haben dann Untersuchungen von Schlomka und Hausen dieses letztere als zutreffend erwiesen und damit den Entlastungscharakter der respiratorischen Arrhythmie bestätigt.

Es lag nun nahe, zu vermuten, daß sich dieser Entlastungscharakter der respiratorischen Arrhythmie besonders deutlich zeigen würde unter den Verhältnissen einer abnormen Belastung von Herz und großem Kreislauf. In Ergänzung der Feststellungen von Schlomka und Overlack, daß dementsprechend z. B. beim Hypertonus die respiratorische Arrhythmie zunächst abnorm deutlich ist, wurde mir deshalb die Aufgabe gestellt, weiterhin das Verhalten der relativen Systolendauer in Abhängigkeit von der respiratorischen Arrhythmie bei Hochdruck zu untersuchen.

B. Untersuchungsmethodik und -material.

In Anlehnung an Untersuchungen aus der Medizinischen Poliklinik Bonn über respiratorische Systolenveränderungen bei Normotonikern wurde auch bei dieser Arbeit zur Kennzeichnung der relativen Systolenlänge in den verschiedenen Atemphasen wie folgt verfahren: es wurden aus dem Herzarchiv obiger Klinik die Ekge. von Hypertonikern in den Altersstufen zwischen 14 und etwa 85 Jahren ausgezogen, wobei nach Möglichkeit Patienten mit Myocard- und sonstigen Herzschädigungen ausgeschieden wurden. Auch Herzkurven solcher Kranken, bei denen anginöse Beschwerden im Vordergrunde standen, wurden nicht benutzt. Auf diese Weise konnten vorliegender Arbeit die Kurven von etwa 180 Hypertonikern zugrunde gelegt werden. Sodann wurde als Maß der relativen Systolendauer (S) bezogen auf die Größe der zugehörigen Pulsperiode

(= Schlagintervall) p der Faktor $F = \frac{S}{\sqrt[3]{p}}$ benutzt, der sich aus der Gleichung von Fridericia $S = F \cdot \sqrt[3]{p}$ ergibt. Für die einzelnen Systolen der exspiratorischen Pulsverlangsamungszeit wurde dieser Faktor als Fe und für die Pulserhöhungszeit während der Inspiration als Fi bestimmt. Durch die Differenz D_F = Fi—Fe wurde ein Maß gefunden zum Vergleich der atmungsbedingten Veränderungen der relativen Systolendauer in beiden Atemphasen. Die absolute Größenverschiebung der relativen Systolenlänge in den beiden Atemphasen (respiratorische Systolenverschiebung = RSV) in 1/100 Sek. wurde berechnet nach der Gleichung (Nach Schlomka und Reindell)

$$RSV = Si—Se \sqrt[3]{\frac{pi}{pe}}$$

In dieser Gleichung entspricht Si dem inspiratorischen, Se Systolenlängen während der Ausatmung in 1/100 Sek.; pi bzw. pe sind die dazugehörigen mittleren Schlagintervalle der beiden Atemphasen. Hierbei bedeuten positive Werte für RSV eine relative Verlängerung, negative Werte jedoch eine relative Verkürzung der Systolendauer während der inspiratorischen Pulsbeschleunigungszeit verglichen mit der ausatmungsbedingten Schlagverlangsamung.

In der gleichen Weise wurde RSV nach Δp bestimmt. D. h. für Si und Se bezw. pi und pe wurden jeweils die extremen oberen resp. unteren Werte der Systolenlängen und Schlagintervalle eingesetzt. Hieraus wurde dann wie oben RSV errechnet. Da die Δ-Werte jedoch naturgemäß im allgemeinen verhältnismäßig unsicher waren, sind sie, mit Ausnahme der Tab. II und IV im folgenden unberücksichtigt geblieben. Zu bemerken ist noch, daß in vorliegender Arbeit fast ausschließlich die 2. Ableitung der Herzkurven benutzt wurde.

C. Ergebnisse.

I.

Die so durchgeführten Untersuchungen ergaben zunächst folgendes: in der gleichen Weise wie bei den Normotonikern wird auch bei den Hochdruckkranken die Systolendauer in ihrem absoluten Betrag fast durchweg inspiratorisch verringert. Jedoch ergibt sich hier schon ein Unterschied gegenüber den Normalfällen. Denn das Ausmaß der Verkürzung bleibt nicht in allen Fällen hinter dem nach der Formel von Fridericia für die dazugehörige Frequenzänderung zurück. D. h. in ungefähr 60 von den 180 untersuchten Fällen fanden sich negative Werte sowohl für D_F als auch für RSV während der einatmungsbedingten Frequenzsteigerung. Daraus ergibt sich, daß die Verhältnisse hinsichtlich der physiologischen Bedeutung der respiratorischen Arrhythmie bei den Hypertonikern doch anders liegen müssen als bei den Normotonikern. Dies ist nun näher untersucht worden.

II.

Zu dieser näheren Untersuchung wurde zunächst für jeden der Untersuchten das Mittel (pM) aller in dem benutzten Herzstromkurvenstück vorhandenen Schlagintervalle p gebildet. Im allgemeinen waren es 6—8 Pulsperioden. Alsdann ist aus den Schlagintervallen, die über dem pM lagen und den zu ihnen gehörenden Systolenlängen je der Durchschnittswert festgestellt worden. Diese Mittelwerte von p und S wurden dann als Maß der exspiratorischen Pulszeit p_E bzw. der exspiratorischen Systolenlänge S_E bestimmt. In gleicher Weise wurde mit der unterdurchschnittlichen Werten von p und S verfahren, sodaß sich aus den erhaltenen Durchschnittswerten die mittleren Größen der Pulsperiode p_J bezw. der Systolenlänge S_J für die Einatmungszeit ergaben.

Es wurden bestimmt:

	p in Sek/100		S in Sek/100		F	
1.	70,0		32,9		8,01	
2.	69,3		33,3		8,11	
3.	69,3	69,3	31,6	32,6	7,70	7,92
4.	68,4		32,3		7,88	
5.	66,7		33,3		8,23	
6.	66,7	65,9	32,6	32,5	7,82	8,06
7.	64,3		31,6		8,14	

Hieraus folgt zunächst, daß $p_M = 67,9$ ist. Damit ergibt sich für die Ausatmungsintervalle 1—4 als Mittel $p_E = 69,3$ und $S_E = 32,6$, für die Einatmungsintervalle 5—7 als Mittel für $p_J = 65,9$ bzw. für $S_J = 32,5$. Aus den hinzugehörenden Wer-Werten für $F_e = 7,92$ und $F_i = 8,06$ kann dann für $D_F = F_i - F_e$ der Wert von 0,14 für eine respiratorische Pulsverschiebung $D_p = 3,4$ Sek/100 errechnet werden.

Daraus ergab sich für alle Untersuchten im Durchschnitt für $D_F + 0,13$ entsprechend einem mittleren $D_p = 5,5$ Sek/100. Obschon nicht bei allen Untersuchten die Beziehungen zwischen D_F und D_p gleich sind, sondern sich im einzelnen gewisse Abweichungen ergeben, so ist doch im allgemeinen eine bestimmte Abhängigkeit für D_F von D_p auch bei den Hypertonikern erkennbar. So zeigt Tab. I, in der das Material in 3 Gruppen je nach der Größe von D_p unterteilt wurde, daß mit dem Größerwerden von D_p auch D_F deutlich ansteigt.

Bei einem Vergleich der F-Werte für die kürzeste (inspiratorische) Pulsperiode (p_J) und das längste (exspiratorische) Schlagintervall (p_E) ergeben sich dieselben Verhältnisse. Denn nach obigem Beispiel ist $\Delta_F = 8,14 - 8,01 = 0,13$, wenn $\Delta_p = 70,0—64,3 = 5,7$ ist. Aus Tab. II nun ersieht man, daß auch Δ_F, wieder nach verschiedenen Gruppen zusammengestellt, mit steigendem Δ_p zunimmt.

Tabelle I.

D_p (in Sek/100)		D_F	Zahl der Fälle
Bereich	Mittel		
<10	3,7	+0,07	156
10–20	13,4	+0,39	15
>20	27,3	+0,82	9

Tabelle II

Δp (in Sek/100)		Δ_F	Zahl der Fälle
Bereich	Mittel		
<10	4,3	−0,03	136
10–20	13,2	+0,37	28
>20	38,1	+1,12	16

III.

Die Abhängigkeit der inspiratorischen relativen Systolenverlängerung auch bei Hypertonikern von der Größe der zugehörigen Frequenzsteigerung tritt auch bei Hochdruckkranken wieder besonders klar hervor, wenn man in gleicher Weise wie für D_F bezw. Δ_F nun für RSV die Werte in Beziehung zu D_p bezw. Δ_p bestimmt. Denn aus den Tab. III u. IV geht nicht nur hervor, daß auch RSV mit größer werdendem D_F bezw. Δ_F zunimmt. Stellt man diese RSV-Werte nach den Tab. III und IV graphisch dar, so ergibt sich vielmehr in beiden Fällen fast das gleiche Abhängigkeitsverhältnis, das eine lineare Beziehung von der Form

$$RSV = 0{,}107\ (D_p)$$

zeigt (Abb. 1).

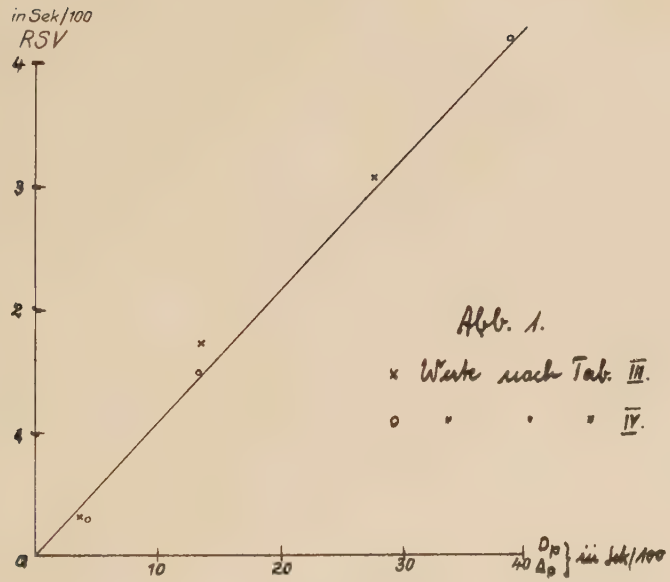

Tabelle III

D_p (in Sek/100)		RSV	Syst. RR	Zahl der
Bereich	Mittel	(i. Sek/100)	i. M.	Fälle
<10	3,7	+0,274	192	156
10—20	13,4	+1,717	189	15
>20	27,3	+3,128	198	9

Tabelle IV

Δ_p (in Sek/100)		RSV	Syst. RR	Zahl der
Bereich	Mittel	(i. Sek/100)	i. M.	Fälle
<10	4,3	+0,300	192	136
10—20	13,2	+1,500	180	28
>20	38,1	+4,289	195	16

IV.

Innerhalb dieser allgemeinen Regel ergeben sich aber noch erhebliche Besonderheiten, abhängig einerseits vom Alter und andererseits von der Blutdruckhöhe.

So zeigt zunächst Tab. V, in der das untersuchte Material nach Altersgruppen unterteilt ist, sowohl für die zugehörigen Mittelwerte von D_F als auch von RSV deutliche Unterschiede: beide weisen in der zweiten Altersgruppe ein Minimum auf. Eine Deutung dieses Befundes erscheint zunächst schwer.

Tabelle V.

Alter		D_F	RSV	D_p	P_M	RR	F	Zahl der Fälle
Bereich	Mittel							
<35	23,0	0,191	+0,790	6,11	73,29	155	0,13	34
35—50	45,1	0,100	+0,346	4,24	72,29	195	0,08	31
51—70	59,9	0,109	+0,462	4,79	76,75	200	0,10	97
>70	73,5	0,207	+0,848	9,74	71,51	207	0,09	19

Es fällt jedoch auf, daß die zugehörigen Werte für D_p ein ganz ähnliches Verhalten zeigen. Dementsprechend ergibt sich dann für den Wert $F = \frac{RSV}{D_p}$, d. h. den Faktor der nach Abb. 1 zugrunde gelegten allgemeinen Bezugsgleichung zwischen RSV und D_p, ein wesentlich übersichtlicheres Verhalten. In den drei letzten Altersgruppen mit fast gleichbleibendem Blutdruck schwankt F nämlich zwischen etwa 0,08 und 0,10 und bleibt damit in seinem Ausmaß deutlich unter dem der ersten Altersgruppe.

V.

Bei Ordnung des vorliegenden Materials nach der Höhe des Blutdrucks in Tab. VI ergibt sich sowohl für D_F als auch für RSV ein Verhalten, das zunächst dem der Tabelle V im wesentlichen zu gleichen scheint. Auffallend ist nur, daß die

Werte für D_F und RSV in der letzten Gruppe mit dem höchsten Blutdruck wieder abzusinken scheinen.

Tabelle VI.

Syst. RR. Bereich	Mittel	D_F	RSV (D_p)	Mittl. Alter	P_M	D_p	F	Fälle
unt. 160	145	+0,213	+0,831	26,4	71,8	6,13	0,14	31
161—180	175	+0,060	+0,344	51,0	74,4	4,50	0,08	35
181—200	191	+0,105	+0,377	60,4	77,6	4,88	0,08	56
201—220	212	+0,178	+0,704	58,8	77,1	6,99	0,10	29
221—240	236	+0,180	+0,739	57,5	77,5	7,28	0,10	18
über 240	256	+0,109	+0,486	59,4	70,7	3,23	0,15	10

Daß die Verhältnisse jedoch tatsächlich wesentlich anders liegen, zeigt das Verhalten des Faktors F: zwar nimmt dieser zunächst auch von dem recht hohen Wert von rund 0,14 auf den etwa normalen Wert von rund 0,08 ab. Im Gegensatz zu Tab. V steigt hier F in den höheren Gruppen stetig an, um schließlich den sehr hohen Wert von 0,15 zu erreichen. Dasjenige nun aber, was diese 5 Gruppen voneinander unterscheidet, ist die (steigende) Höhe des Blutdrucks, während die Altersunterschiede nur ganz gering sind und vor allem nicht einer bestimmten Regel folgen. Es wird dadurch nahegelegt, daß der Anstieg von F in diesen 5 Gruppen Folge des Blutdruckanstieges ist. Dem entspricht, daß in Tab. V für die drei letzten Gruppen ein bestimmterer Gang für F nicht erkennbar ist. Der Umstand, daß dies trotz erheblicher Altersunterschiede nicht der Fall ist, würde damit zugleich besagen, daß dem Alter als solchem — jedenfalls oberhalb von 40 Jahren — für das Verhalten von F keine wesentliche Bedeutung zukommt.

Anders scheinen dagegen die Verhältnisse beim jugendlichen Hypertoniker zu liegen. Denn sowohl nach Tab. V als auch VI fügen sich diese dem Verhalten der Älteren nicht ein. Besonders deutlich zeigt dies Tabelle VII. In dieser Tabelle

Tabelle VII

Mittl. syst. RR	Mittl. Alter	RSV (D_p)	D_p	F	Zahl der Fälle
155	23	+0,790	6,11	0,129	34
145	26	+0,831	6,13	0,135	31
195	45	+0,346	4,24	0,087	34
191	60	+0,377	4,88	0,077	56
212	59	+0,704	6,99	0,101	29
207	74	+0,848	9,74	0,087	19

VII sind aus Tab. V und VI diejenigen mit etwa gleich hohem Blutdruck, jedoch unterschiedlichem Alter zusammengestellt. Dabei zeigt sich dann zunächst wieder, daß für den alten Hochdruckkranken das Alter einen geringen Einfluß auf F haben kann, daß dies dagegen deutlich in Beziehung zur Höhe des Blutdrucks steht. Für die jugendlichen Hypertoniker gestattet indessen auch die Tab. VII keine weiteren Schlüsse darüber, wie sich innerhalb der ihnen offenbar zukommenden besonders hohen Lage von F nun noch die Höhe des Blutdruckes als solche auswirkt. Um hier klarer zu sehen, wurde deshalb die erste Altersgruppe der Tab. V noch in zwei Sondergruppen unterteilt, jenachdem nämlich der Blutdruck über oder unter dem Mittelwert der Tab. V lag. Die auf diese Weise entstandene Tab. VIII läßt jedoch trotz eines Unterschiedes von etwa 30 mm Hg im Blutdruck keine Unterschiede für F erkennen

Tabelle VIII

Mittlerer syst. RR	Mittl. Alter	D_F	D_p	$RSV_{(D_p)}$	P_M	F	Fälle
144	22,8	0,235	5,92	+0,787	72,9	0,133	21
175	24,2	0,118	4,28	+0,564	74,0	0,132	13

Es muß deshalb wohl angenommen werden, daß beim jugendlichen Hypertoniker tatsächlich der Höhe des Blutdrucks als solcher für das Verhalten von F keine wesentliche Bedeutung zukommt. Bemerkenswert ist aber, daß der absolute Betrag von D_F wie von RSV bei ihnen abzunehmen scheint in der Richtung auf die bei den alten Hypertonikern gefundene Größe.

Zusammenfassung und Schluß.

Die vorstehenden Untersuchungen haben demnach einmal ergeben, daß auch für die Hypertoniker grundsätzlich die gleichen Gesetzlichkeiten für die respiratorischen Veränderungen der relativen Systolendauer gelten wie für den normotonisch Herzgesunden. Unterschiede finden sich indessen in quantitativer Hinsicht und zwar derart, daß die inspiratorische Verlängerung der relativen Systolendauer, auch unter Berücksichtigung des Grades der respiratorischen Arrhythmie selbst, größer ist als beim Normalen. Dieser Befund entspricht aber der eingangs entwickelten Vermutung. Er iefert damit nicht nur einen Beitrag zur Kenntnis der Herzarbeit beim Hochdruck, sondern ganz allgemein einen weiteren Beweis für die Entlastungsfunktion der respiratorischen Arrhythmie. Diese wird zudem dadurch noch besonders nahe gelegt, daß sie mit steigendem Hochdruck relativ zum Grad der respiratorischen Arrhythmie jedenfalls vom mittleren Lebensalter ab ansteigt.

Das zweite wesentliche Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen ist die Feststellung, daß der jugendliche Hypertoniker hinsichtlich der respiratorischen Veränderungen der relativen Systolendauer sich quantitativ erheblich von dem Hochdruckkranken des mittleren und höheren Alters unterscheidet. Weiterhin, daß bei ihm auch der Einfluß der Druckhöhe teilweise ein anderer ist. Ganz allgemein liefern die vorliegenden Untersuchungen einen Beitrag zu der in den letzten Jahren mehr und mehr begründeten Auffassung, daß der jugendliche Hochdruck haemodynamisch anders geartet ist, als der gewöhnliche Hochdruck des alten Menschen.

Schriftum.

Fridericia: Acta med. scand. (Stockholm) 53/54 (1926).
Heß: Die Regulierung des Blutkreislaufes. (Leipzig 1930).
Schlomka: Z. Kreislaufforschung. 29, 510 (1937).
Schlomka u. Hausen: Z. Kreislaufforschung. 29, 834 (1937).
Schlomka u. Overlack: Z. Kreislaufforschung. 30, 721 (1938).
Schlomka u. Raab: Z. Kreislaufforschung. 28, 673 (1936).
Schlomka u. Reindell: Z. Kreislaufforschung. 28, 473 (1936), Arb. physiol. 8 (1935).
Schlomka u. Theiss: Z. klin. Med. 129. Bd., 552 (1936).

Lebenslauf

Ich, Emil Niewöhner, wurde am 27. Dezember 1910 in Buer (Westf.) als Sohn des Rechtsanwalts und Notars August Niewöhner geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule zu Buer trat ich in das Städt. Hindenburg-Gymnasium zu Buer ein, das ich Ostern 1931 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Ich wandte mich zunächst der Rechtswissenschaft zu an den Universitäten Freiburg i. B. und Göttingen. Im Winter-Semester 1932/33 ergriff ich an der Universität zu Köln das Studium der Medizin und bestand dortselbst im Sommersemester 1936 die ärztliche Vorprüfung. An der Rhein. Friedrich-Wilhelms Universität zu Bonn setzte ich meine Studien fort und legte dortselbst vor dem ärztlichen Prüfungsausschuß im Sommersemester 1939 die ärztliche Staatsprüfung ab. Seit dem 1. August 1939 bin ich als Medizinal-Praktikant auf der Inneren Abteilung des Elisabeth-Hospitals zu Gelsenkirchen-Erle tätig.